

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕ-СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

Ташкентский автомобильно-дорожный институт

Факультет: «Дорожно-строительный»

Кафедра: «Автомобильные дороги и аэропорты»

**Методическое указание
«Дорожный водоотвод»**

Для бакалавров направлений

Строительство зданий и сооружений-5580200

Эксплуатация транспортнх сооружений-5580600

Автомобильные дороги и аэродромы-5580800

Для магистров специальности

Автомобильные дороги и аэродромы -5A580206

Ташкент 2010 г.

Методическое указание предназначено для бакалавров направлений Строительство зданий и сооружений-5580200, Эксплуатация транспортнх сооружений-5580600, Автомобильные дороги и аэродромы-5580800, а также для магистров специальности Автомобильные дороги и аэродромы -5А580206

В методическом указании рассмотрены вопросы поверхностного и подземного водоотвода, гидравлический расчет дорожных канав, гидравлический расчет нагорных канав, дорожный дренаж и расчет возвышения бровки земляного полотна.

Методическое указание рассмотрено и одобрено на заседание кафедры «Автомобильные дороги и аэропорты» от _____ 2010 год (протокол № _____)

Составили: профессор Шахидов А.Ф.,
старший преподаватель, к.т.н. Салимова Б.Д.

Рецензенты:

Проф.кафедра “АД и А”
Зав. ЦДЛ (лойиха бюро)

Кодирова А.Р.
Мирзаев Т

Методическое указание утверждено на
Методсовете «Дорожно-строительного»
Факультета протокол №_____2010г.

Подписана к печати

2010г.

формат

Тираж.

Усл. печатный лист

Множительный участок ТАДИ

Введение

Мероприятия по своевременному отводу воды с автомобильной дороги являются обязательным и первостепенным по значимости условием, обеспечивающим ее нормальную эксплуатацию, а также обеспечивают долговечность и прочность земляного полотна и дорожной одежды.

Для того, чтобы отвести воду с автомобильной дороги применяют систему дорожного водоотвода, состоящего из ряда сооружений и отдельных конструктивных мероприятий.

Система дорожного водоотвода подразделяется на:

- а) поверхностный водоотвод
- б) подземный водоотвод.

Поверхностный водоотвод

Для отвода воды с поверхности дороги поперечному профилю земляного полотна и дорожной одежды придают поперечный уклон, что способствует стоку воды с дороги.

Чтобы отвести воду вдоль дороги устраивают боковые водоотводные канавы (кюветы) или используют для этого резервы; устраивают нагорные канавы, перехватывающие воду, которая стекает по склонам местности к дороге, а в некоторых случаях закладывают испарительные бассейны. Для пропуска водотоков и воды из боковых канав под земляным полотном строят трубы и мосты.

Подземный водоотвод

Подземному водоотводу относят систему дренажных сооружений, перехватывающих или понижающих уровень грунтовых вод, притекающих в зону основания земляного полотна.

К системе дорожного водоотвода относят также подстилающий (дренирующий) слой дорожной одежды из песка, гравия и других крупнозернистых материалов, который собирает воду, проникающую в основание дорожной

одежды. Вода из дренирующего слоя отводится в боковые канавы или в резервы, для чего этот слой выводится на откосы насыпи по всей длине дороги.

Глава I.

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ДОРОЖНЫХ КАНАВ

Дорожные канавы, которые служат для отвода воды, стекающей во время дождя и таяния снега с поверхности дороги и прилегающей к ней местности, устраивают в выемках и у насыпей с небольшими рабочими отметками. Поперечное сечение канав обычно бывает трапециидального и треугольного сечения.

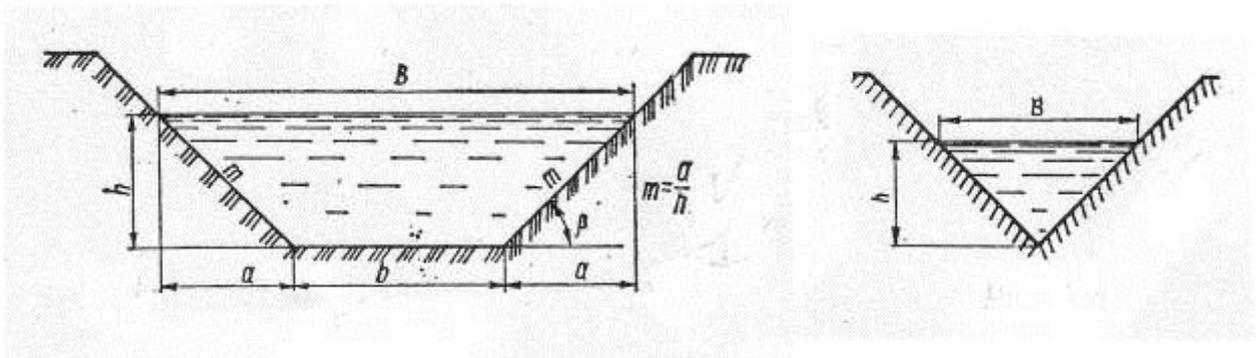


Рис.1 Схема дорожных канав

При гидравлическом расчете дорожных канав в качестве основной расчетной зависимости применяется формула расхода с использованием формулы Шези, а для расчета более опасного ливневого стока к канавам используется только формула полного стока. Если длина канавы невелика, то расчет ведут по одному значению расхода, фактически собирающемуся к замыкающему сечению расчетного участка. При большой длине канав или при большой площади, с которой вода стекает к канаве, целесообразно делить канаву на участки по длине и рассчитывать каждый участок на свою величину расхода.

Для того чтобы быстро отвести воды, боковым канавам придают продольный уклон, который должен быть не менее 5‰ и в исключительных случаях не менее 3‰.

Выбор типа укрепления любых канав производится на основании результатов гидравлического расчета, и принимаются в соответствии с таблицей №1.

Дорожные канавы рассчитывают в следующей последовательности:

1. Определяют расход требуемой вероятности превышения по формуле полного стока:

$$Q_{\text{пс}} = 87,5 \cdot a_{\text{час}} \cdot F, \text{ м}^3/\text{сек}, \quad (1)$$

где: $a_{\text{час}}$ – интенсивность ливня часовой продолжительности той же вероятности превышения (ВП), что и искомый расход, мм/мин, определяемая по карте (рис 2).

F – площадь водосбора, км², обычно определяемая по топографической карте. (рис. 3)

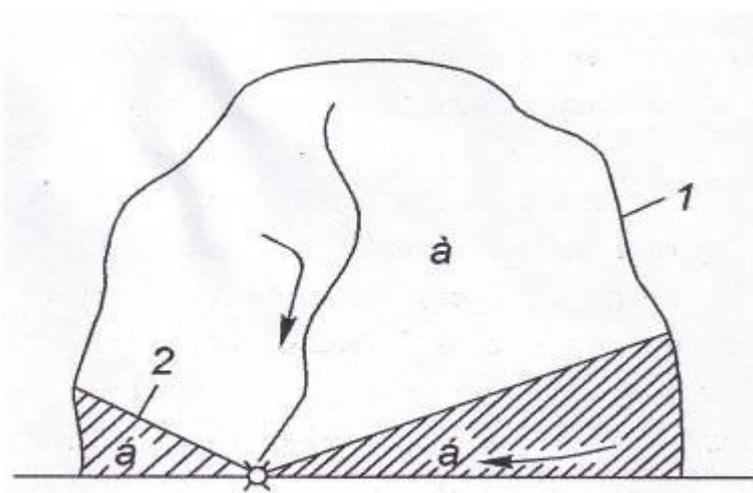


Рис.3 Схема малого бассейна: 1-общий водораздел; 2-местные водоразделы

Поверхностные воды притекают к рассматриваемому участку дороги с некоторой площади, называемой водосбором (бассейном). Бассейн оконтурен водоразделом, т.е. линией, от которой сток воды происходит в обе стороны (рис 3). Площадь бассейна делится на две части: с площади а вода притекает по тальвегу непосредственно к водопропускному сооружению (мосту, трубе) и по водоотводным канавам не проходит; с площадок б, а также с поверхности дороги

вода притекает сначала к канавам или к резервам, а по ним либо к перепускным трубам (если длина спуска дороги к тальвегу велика), либо к водопропускному сооружению на тальвеге.

Водораздел, окаймляющий весь бассейн, легко устанавливается по карте в горизонталях. Водоразделы окаймляющие площадки б, которые питают каналы, проводятся в виде наклонных линий, перпендикулярных к горизонталям на плане бассейна.

При гидравлических расчетах исходят из следующих вероятностей превышения (ВП) расчетных паводков:

Категория дороги	I и II	III	IV и V
Вероятность превышения, в %	1	2	3

При расчете расхода полного стока в условиях Узбекистана, основной параметр формулы (I) - $a_{\text{час}}$ определяется по карте. В карте изолиний приведены значения $a_{\text{час}}$ I %-ной обеспеченности. Для определения $a_{\text{час}}$ требуемой ВП можно воспользоваться зависимостью:

$$a_{\text{час.тр.}\%} = a_{\text{час 1\%}} \cdot \lambda_{\text{пер}}, \text{ мм/мин} \quad (2)$$

Значения переводного коэффициента $\lambda_{\text{пер}}$ приводится в таблице

ВП%	0,1	0,3	1	2	3	5	10
$\lambda_{\text{пер}}$	1,34	1,17	1	0,9	0,83	0,74	0,62

Одной из основных задач при расчете полного стока является правильное определение площади водосбора. Площадь, с которой вода стекает в низовую канаву, определяется половиной ширины дороги и длиной участка, с которого стекает вода в канаву. К верховой канаве вода стекает не только с половины ширины дороги, но и с пространства до нагорной канавы, а при ее отсутствии с некоторой площади, контуры которой могут быть найдены по плану в горизонталях.

2. Назначают размеры поперечного сечения канавы и глубину воды в ней.

При водонепроницаемых грунтах и недостаточно удовлетворительных условиях поверхностного стока боковым канавам придают трапециидальное сечение с шириной по дну 0,4 – 0,5 м и глубиной до 0,7 -0,8 м (до 1,0 – 1,2 м как максимум), считая от бровки насыпи. Откосам канав в выемках придают

заложение 1 : 1,5, а у насыпей внутренний откос канав устраивают с заложением 1:3.

Если земляное полотно возводят в сухих местах с обеспеченным быстрым стоком поверхностных вод, а грунтовые воды расположены глубоко, боковые канавы устраивают треугольного сечения глубиной не менее 0,3 м от поверхности. Крутизна откосов таких канав 1:3 и менее.

В практике проектирования обычно задается форма живого сечения, а иногда один из основных размеров (ширина по дну “b” или глубина воды в канаве “h”).

Для распространенных трапециидальных форм сечения канав расчетом установлено соотношение, соответствующее гидравлически наивыгоднейшей форме при различных значениях коэффициента заложения откосов “m” (табл 2),

Следует отметить, что полная глубина канавы “h_п” определяется по формуле:

$$h_{п} = h+z, \text{ (м)} \quad (3)$$

где z – запас высоты, величина которого принимается равным 0,2 м.

3. Определяют гидравлические элементы канавы: площадь живого сечения – ω, смоченный периметр – χ, гидравлический радиус – R.

Для трапециидального сечения гидравлические элементы определяют следующими зависимостями:

$$\begin{array}{l} \text{Площадь живого} \\ \text{сечения } \omega = bh + \\ \end{array} \frac{m_1}{2} h^2 + \frac{m_2}{2} h^2, \text{ м}^2 \quad (4)$$

$$\begin{array}{l} \text{Смоченный периметр} \\ \end{array} \chi = b + h(\sqrt{1+m_1^2} + \sqrt{1+m_2^2}), \text{ м} \quad (5)$$

$$\text{Гидравлический радиус } R = \frac{\omega}{\chi}, \text{ м} \quad (6)$$

При определении гидравлических элементов для канав с треугольным поперечным сечением

$$b = 0.$$

4. Определяют скорость течения воды – V , м/с.

Скорость течения воды определяют по следующей формуле:

$$V = C \sqrt{Ri}, \text{ м/с.} \quad (7)$$

Где, C – коэффициент Шези;

i – уклон дна канавы.

Для определения коэффициента Шези существуют различные формулы, среди которых наиболее приемлемой является формула Н.Н. Павловского.

$$C = \frac{1}{n} R^Y, \quad (8)$$

где, n – коэффициент шероховатости; (табл 3).

Y – показатель степени, определяемый по формуле:

$$Y = 1,7 \sqrt{n}, \quad (9)$$

C достаточной для практических расчетов точностью величина « C » может быть определена по приближенным зависимостям:

$$C = \frac{1}{n} R^{1/6}, \quad (10)$$

Значение коэффициента Шези – « C » может быть определено также с помощью таблицы №4

Одним из основных параметров определяющий скорость течения воды является уклон. Обычно при уклоне дна до 10‰ канаву устраивают без

укреплений. При больших уклонах чаще всего принимают типы укреплений, указанные выше.

5. Определяют пропускную способность канавы по формуле:

$$Q = \omega \cdot V, \quad \text{м}^3/\text{с} \quad (11)$$

6. Сравнивают расход полного стока с пропускной способностью канавы. Если разница между $Q_{\text{пс}}$ и Q в пределах до 10%-ов, то расчет на этом заканчивается, если разница больше, то изменяют размеры живого сечения канавы и делают новый расчет.

Пример: Требуется произвести расчет размеров поперечного сечения боковой канавы автомобильной дороги II технической категории, проектируемой в условиях: Ташкентской области Республики Узбекистан на участке длиной 500 метров, имеющего продольный уклон $i = 0,006$. Боковые канавы трапециидального сечения с откосами $m = 1,5$, стенки откоса обычные грунтовые, коэффициент шероховатости $n=0,025$.

Поскольку местность имеет поперечный уклон относительно оси дороги, то наибольший сток воды будет в правую боковую канаву, которую и требуется рассчитать.

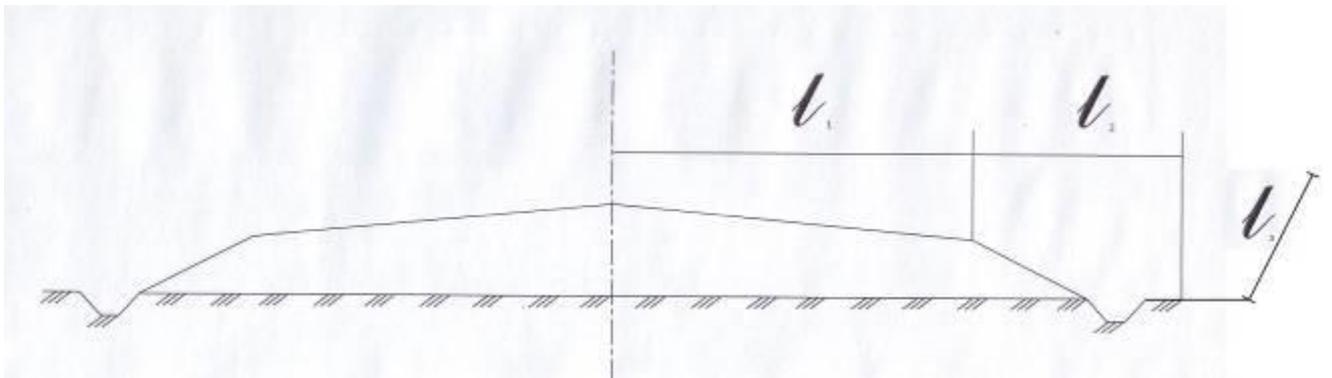


Рис. 4. Поперечное сечение дороги,

Последовательность расчета:

1. Определяем площадь водосборного бассейна для правой боковой канавы

$$F = l_1 \cdot l_3 + l_2 \cdot l_3, \quad \text{км}^2$$

где, l_1 – расстояние от оси дороги до бровки, $l_1 = 7,5$ м;

l_2 – расстояние от бровки земляного полотна до водораздельной линии, $l_2 = 40$ м.

l_3 – длина участка дороги, $l_3 = 500$ м.

$$F = 0,0075 \times 0,5 + 0,048 \times 0,5 = 0,028 \quad \text{км}^2$$

2. Определяем расход полного стока

$$Q_{\text{п.с}} = 87,5 \cdot a_{\text{час}} \cdot F, \quad \text{м}^3/\text{с}$$

$a_{\text{час}1\%} = 0,5 \text{ мм/мин.}$

$$Q_{\text{п.с}} = 87,5 \cdot 0,5 \cdot 0,028 = 1,225 \text{ м}^3/\text{с}$$

3. Задаемся размером ширины канавы по дну $b=0,4$ м и определяем глубину воды в канаве, пользуясь $\beta = \frac{b}{h}$;

Значение $\beta = 0,61$, так как $m = 1,5$, тогда $h = 0,66$ м

Полная глубина канавы $h_{\text{г}} = h+z=0,66+0,2=0,86$ м.

4. Определяем гидравлические элементы канавы:

ω – площадь живого сечения, м^2

$$\omega = 0,66(0,4+1,5 \times 0,66)=0,92 \text{ м}^2$$

χ – смоченный периметр, м

$$\chi = 0,4+2 \times 0,66 \sqrt{1+1,5^2}=2,78 \text{ м}$$

R – гидравлический радиус, м

$$R = \frac{0,92}{2,78} = 0,33 \text{ м}$$

5. Определяем скорость течения воды в канаве

$$V = C \sqrt{Ri}, \text{ м/с}$$

Где, С- коэффициент Шези берем по таблице №4 в зависимости от коэффициента шероховатости $n = 0,025$ и гидравлического радиуса $= 0,33$ м, $C = 30,5$.

$$V = 30,5 \cdot \sqrt{0,33 \times 0,006} = 1,34 \text{ м/с.}$$

6. Определяем пропускную способность канавы:

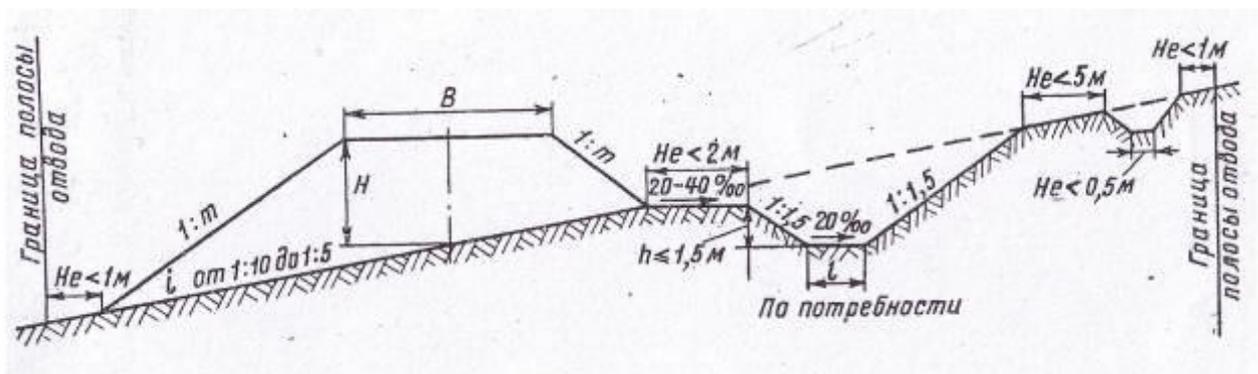
$$Q_k = 0,92 \times 1,34 = 1,23 \text{ м/с.}$$

7. Сравниваем расход полного стока с пропускной способностью канавы, делаем вывод: $Q_{п.с} = 1,225 \text{ м/с}$, $Q_k = 1,23 \text{ м/с}$ пропускная способность канавы практически равна расходу полного стока. Гидравлический расчет боковой канавы закончен.

Глава II

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ НАГОРНЫХ КАНАВ

Нагорные каналы устраивают для перехвата воды, стекающей к дороге с верховой стороны косогорного участка и для отвода этой воды к ближайшим искусственным сооружениям, в резервы или в пониженные места рельефа.



Нагорным каналам придают трапециевидальное поперечное сечение, размеры которого всегда приходится обосновать гидравлическим расчетом. Глубину нагорных каналов назначают по расчетам, и по условиям рельефа они могут достигать нескольких метров. Глубина канала должна быть на 0,25 м больше ее наполнения текущей водой. Обычно назначают глубину не менее 0,6 – 0,8 м. Наименьшая ширина нагорной каналы по дну для автомобильных дорог I-III категорий принимается равной 0,5 м.

При расчетах длинных каналов учитывают увеличение бассейна вдоль канала по мере удаления от водораздела, поэтому сечение нагорных каналов обычно подбирают по отдельным участкам по мере возрастания площади водосборных бассейнов.

Продольный уклон нагорных каналов, во избежание заливания, рекомендуется назначать не менее 0,005, а в исключительных случаях при весьма ровной местности не менее

0,003. Канаву следует трассировать с наименьшим числом поворотов, которые должны быть плавными, чтобы угол поворота не превышал 45° , а радиус поворота был бы не менее двойной ширины канавы поверху.

Во избежание сплавов и оползания откосов выемки из-за переувлажнения грунта, которое может возникнуть в результате случайного засорения нагорной канавы, расстояние от края выемки до канавы должно быть не менее 5 м. На косогорах круче 1:5 грунт из нагорных канав используют для устройства невысокого валика (банкета) между выемкой и канавой. Банкет несколько повышает безопасность дороги от затопления при переполнении нагорной канавы.

Выбор типа укрепления нагорных канав, как и дорожных канав, производится в зависимости от скорости течения воды, что рассмотрено выше.

Вода из нагорных канав обычно подводится к водопропускным сооружениям, причем выпускать воду из нагорных канав в кюветы не допускается.

Последовательность гидравлического расчета нагорных канав также как и дорожных канав.

Пример: Автомобильная дорога III технической категории, проектируемая в Ташкентской области, на протяжении 300 м проходит по косогору с уклоном местности вдоль оси дороги 6‰ . Грунт глинистый. Произвести гидравлический расчет нагорной канавы.

Гидравлический расчет нагорной канавы производится в следующей последовательности:

1. Определяем площадь водосборного бассейна (рис 5).

где: B - ширина участка местности, с которой стекает вода в нагорную канаву; $B = 120$ м;

L - соответственно длина участка местности; $L_1 = 300$ м.

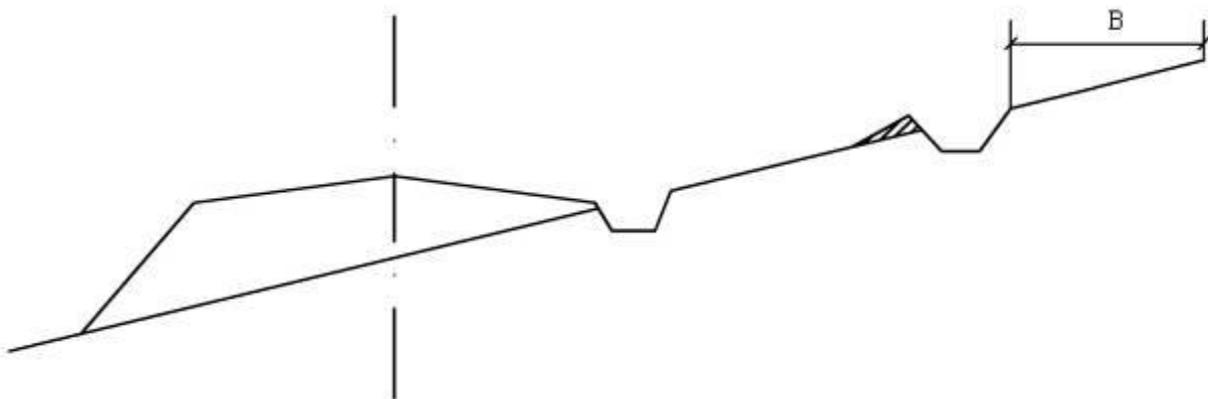


Рис.5 Поперечный профиль дороги на косогоре.

2. Определяем расход полного стока требуемой ВП по формуле (I). Так как автомобильная дорога III технической категории, то ВП 2 %.

Переводной коэффициент $\lambda_{\text{пер}}$ при ВП 2 % равен 0,9. $a_{\text{час}1\%}$ определяется по карте.

$$a_{\text{час}1\%} = 0,5 \text{ мм/мин}$$

$$\text{Тогда } a_{\text{час}2\%} = 0,5 \times 0,9 = 0,45 \text{ мм/мин}$$

$$F = B \cdot L = 0,12 \text{ км} \cdot 0,3 \text{ км} = 0,036 \text{ км}^2$$

Определив, таким образом, величины всех параметров входящих в расчетную формулу рассчитываем расход полного стока:

$$Q_{\text{п.с}} = 87,5 \cdot a_{\text{час}\%} \cdot F, \text{ м}^3/\text{с}$$

$$Q_{\text{п.с}} = 87,5 \cdot 0,45 \cdot 0,036 = 1,42 \text{ м}^3/\text{с}.$$

3. Задаемся размерами нагорной канавы и определяем оптимальную глубину воды, т.е. $b=0,4$ м и $m=1,5$, а по таблице устанавливаем соотношение; $\beta=0,61$ при $m=1,5$, тогда глубина канавы

$$h = 0,7 \text{ м}.$$

$$h_{\text{п}} = h + z = 0,7 + 0,25 = 0,95 \text{ м}.$$

4. Определяем гидравлические элементы канавы

$$\omega = b + \frac{m_1 \cdot h + m_2 \cdot h^2}{2} = 0,4 + \frac{1,5 + 1,5}{2} \cdot 0,7^2 = 0,28 + 0,74 = 1,02 \text{ м}^2$$

$$\chi = b + h(\sqrt{1 + m_1^2} + \sqrt{1 + m_2^2}) = 0,4 + 0,7(\sqrt{1 + 1,5^2} + \sqrt{1 + 1,5^2}) = 2,92 \text{ м}$$

$$R = \frac{\omega}{\chi} = \frac{1,02}{2,92} = 0,35 \text{ м}$$

5. Определяем скорость течения воды в канаве.

Значение коэффициента Шези принимается по таблице при коэффициенте шероховатости

$n = 0,025$ и гидравлическом радиусе $R = 0,35$ м, тогда $c=33$.

$$V = C \sqrt{Ri} = 33 \sqrt{0,35 \cdot 0,006} = 1,46 \text{ м/с}.$$

6,. Определяем пропускную способность канавы:

$$Q_k = 1,02 \times 1,46 = 1,49 \text{ м}^3/\text{с}.$$

7. Пропускная способность канавы $Q_k = 1,49 \text{ м}^3/\text{с}$, а расход полного стока $Q_{п.с} = 1,42 \text{ м}^3/\text{с}$, таким образом можно считать, что сечение нагорной канавы подобрано правильно.

Глава III

ДОРОЖНЫЙ ДРЕНАЖ

Сооружения, устраиваемые для искусственного понижения уровня грунтовых (подземных) вод, называются дренажем.

Дренажи в зависимости от расположения подразделяются на горизонтальные, вертикальные и комбинированные.

При строительстве автомобильных дорог чаще всего применяют горизонтальные дренажи, которые делятся на следующие виды:

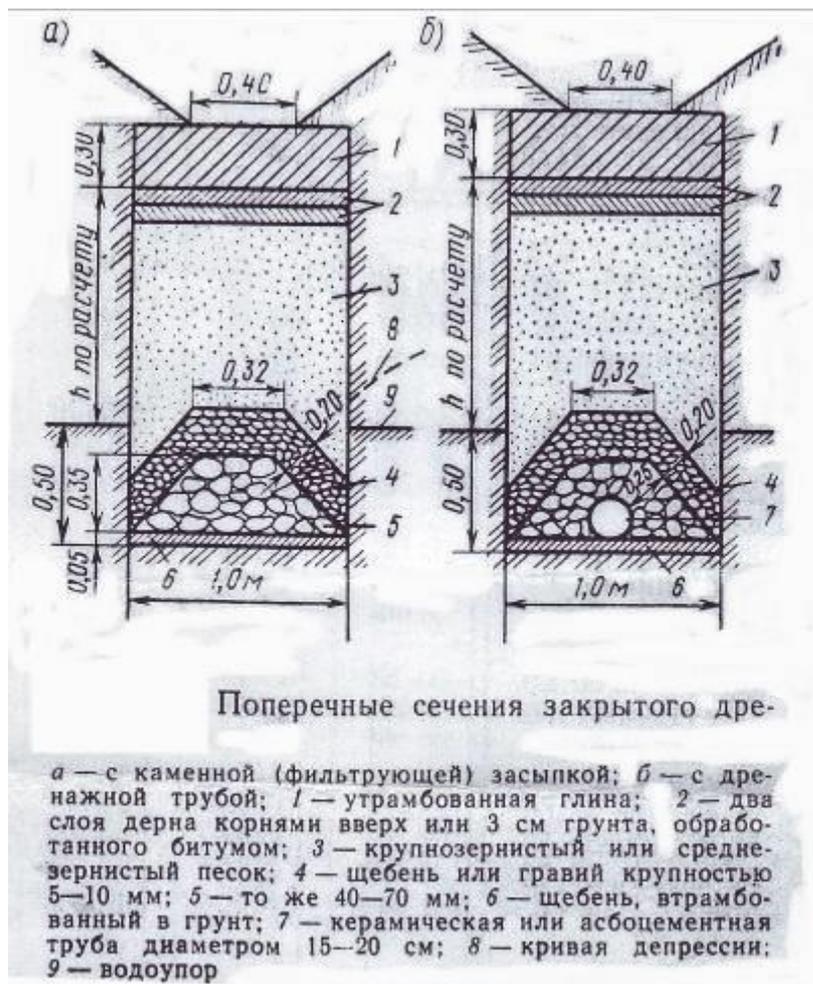
- а) открытые дренажи - канавы и лотки без заполнения фильтрующим материалом;
- б) закрытые дренажи со сплошным заполнением траншей фильтрующими материалами - хворостом, фашинами, камнем, щебнем и др.;
- в) трубчатые дренажи - гончарные, керамиковые, бетонные, железобетонные, асбоцементные или деревянные трубы, уложенные как в среде фильтрующего материала, так и без него;
- г) галерейные дренажи - галереи, тоннели, штольни и т.п.

Горизонтальный дренаж устраивается как совершенного, так и несовершенного типа.

При неглубоком залегании водоупора, в пределах до 4- м, устраивают совершенные дренажи с полным перехватом грунтового потока.

При более глубоком залегании водоупора устраивают несовершенные дренажи, дно которых находится выше водоупорного слоя.

Дорожный дренаж применяют для понижения уровня грунтовой воды как под земляным полотном автомобильной дороги, так и под отдельными сооружениями. Наибольшее понижение уровня грунтовых вод под дорогой достигается при устройстве дренажа по оси дороги. Однако это невыгодно с точки зрения его эксплуатации, так как ремонт, осмотр и очистка дренажа будут в этом случае связаны с необходимостью прекращения движения и разрушения дорожной одежды. В связи с этим, в практике дренаж устраивают непосредственно под кюветами (рисб).



Поперечные сечения закрытого дре-

Расчет дренажа

Расчет дренажа производят в следующей последовательности: - определяют приток воды на погонный метр длины дрены:

$$q = K_{\phi} \cdot i \cdot h$$

где: K_{ϕ} - коэффициент фильтрации, определяемый в зависимости от грунта (табл 9);

h - глубина воды в слое;

i - уклон водоносного слоя.

Определяют расход воды собирающейся на проектируемой длине ℓ :

$$Q = q \cdot \ell$$

Определяют диаметр трубы, используя равенства:

$$Q = K \sqrt{i_0}$$

где: K - расходная характеристика дренажной трубы, $\text{м}^3/\text{с}$, вычисляемая по формуле (для асбоцементных и гончарных труб)

$$K = 24d^{2/3}$$

где:

d - диаметр трубы, м;

i_d - уклон дренажной трубы.

Определяют скорость течения воды в трубе по формуле:

$$V_o = W \sqrt{i_d}$$

где W - скоростная характеристика трубы, равная $30,4 d^{2/3}$

Рекомендуется, чтобы фактическая скорость течения была не меньше 0,6 м/с (во избежание заиливания) и не превышала допускаемой скорости для фильтрующей обсыпки дрены.

Необходимую глубину заложения дрены - H , обеспечивающую заданное понижение уровня грунтовых вод - S , определяют следующим путем:

1) по условию непотопляемости дренажного слоя дорожной одежды капиллярными водами назначают норму понижения уровня воды на середине дороги;

2) по известному значению $\operatorname{tg} \alpha$ и расстоянию между двумя соседними висячими дренами L определяют глубину заложения дрены, решая для этого квадратное уравнение:

$$\left(\frac{S}{H}\right)^2 - \left(2 + \frac{\operatorname{tg} \alpha \cdot L}{2S}\right) \left(\frac{S}{H}\right) + 1 = 0$$

где: α – угол депрессии, зависящий от свойств грунта водоносного пласта (табл 10).

l_d - общая длина дренажа

3) по найденному H определяют расход притока грунтовых вод (двухсторонний приток к каждой дрене) на всю длину дренажа:

$$Q = 2ql_d$$

$$2q = K_\phi \cdot H \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

Необходимый размер дрены и скорость течения воды в ней рассчитывают аналогично приведенному выше.

Расчет понижения уровня грунтовых вод методом устройства закрытого дренажа

При проектировании земляного полотна встречаются случаи, когда дорога прокладывается по местности с высоким уровнем стояния грунтовых вод. Причем на проектируемом поперечнике высота бровки зем.полотна не может быть поднята на нужную

высоту, чтобы вывести основание дорожной одежды из зоны воздействия капиллярной, пленочной и парообразной воды.

В данном случае может быть принято одно из следующих решений:

- понизить уровень грунтовых вод;
- устроить в теле насыпи изолирующие, капилляропрерывающие прослойки;
- отсыпать земляное полотно из каменных или хорошо дренирующих материалов.

Проектировщики рассматривают все возможные варианты, сравнивают их и выбирают наиболее экономичный и обеспечивающий нормальную работу дорожной одежды.

Рассмотрим вариант с понижением уровня грунтовых вод путем устройства несовершенного закрытого, горизонтального подкюветного дренажа.

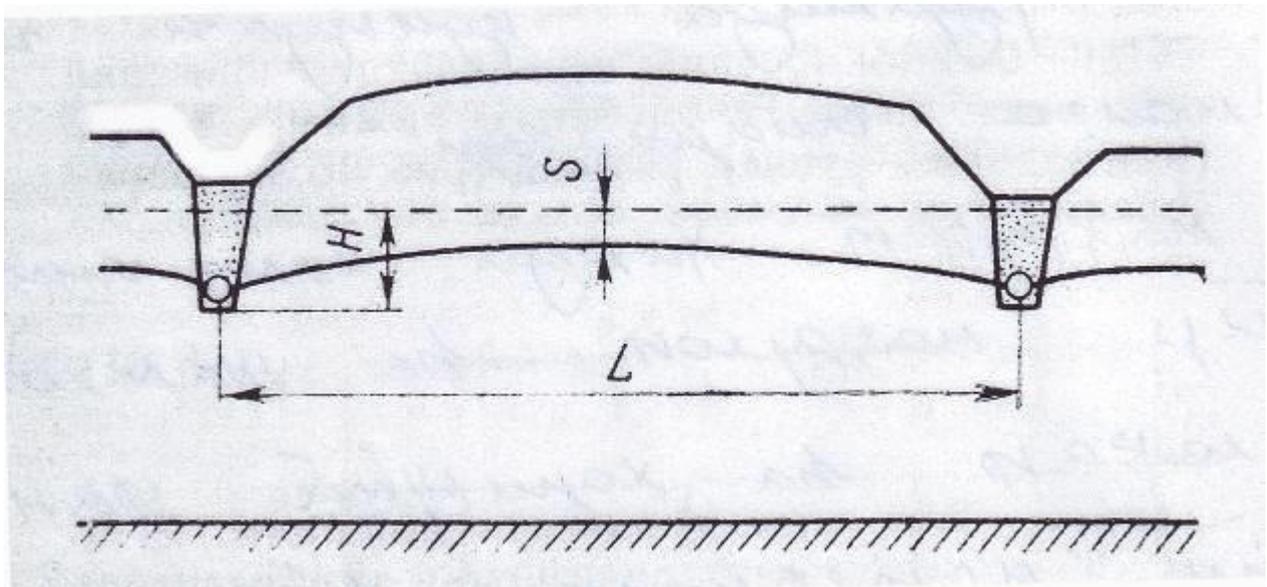


Рис. 7. Расчетная схема

R - радиус действия дренажа, м

H - глубина заложения дрены ниже уровня грунтовых вод, м

L - расстояние между дренажами, м

S - величина понижения уровня грунтовых вод, м

α - угол депрессии.

H_0 - необходимое расстояние от уровня понижения грунтовых вод по оси дороги до бровки земляного полотна.

Последовательность расчета

1. Вычерчивают расчетную схему (рис. 7).
2. Определяют требуемое понижение уровня грунтовых вод, задаваясь предварительно глубиной заложения дрены.

Пример: Дорога III технической категории, проектируется в 3 дорожно-климатической зоне. Грунт супесь. На проектируемом поперечнике земляного полотна отметка бровки земляного полотна фиксирована и имеет отметку равную 100,0 м. Отметка уровня грунтовых вод 99,00. Отметка водоупорного слоя 97,00 м. Необходимо запроектировать поперечное сечение земляного полотна с учетом, чтобы вывести грунтовое основание дорожной одежды из зоны влияния капиллярной воды.

Последовательность расчета.

1. Вычерчиваем расчетную схему.
2. Определяем отметку пониженного уровня грунтовых вод.

Величина требуемого понижения

$$O_{\text{тм. пон. гр. вод}} = O_{\text{т. ур. гр. вод}} - S$$

Задаемся глубиной заложения дрены от уровня грунтовых вод,

Пусть $H_{\text{др}} = 1,5$ м

Определяем радиус действия дренажа

$$R = \frac{H}{\text{tga}} = \frac{1,5}{0,025} = 60 \text{ м}$$

Значение угла депрессии берем из таблицы № 10 для супеси = 0,025.

Задаемся глубиной заложения дрены $H_{\text{др}} = 1,5$ и рассчитываем понижение уровня грунтовых вод по оси дороги S:

$$S = 1,5 \left(1 - \sqrt{\frac{15}{2 \times 60}} \right) = 1,5 (1 - 0,113) = 0,98 \approx 1 \text{ м.}$$

$$O_{\text{тм. пон. гр. вод}} = O_{\text{т. ур. гр. вод}} - S = 99,00 - 1 = 98,00 \text{ м}$$

Глава IV

РАСЧЕТ ВОЗВЫШЕНИЯ БРОВКИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

Рассматривают два случая возвышения бровки земляного полотна:

- а) по условиям снеготранспорта;
- б) над источниками увлажнения

а) В снежных районах возвышения бровки земляного полотна над уровнем снежного покрова, определенным по данным метеорологических станций при вероятности превышения 5 %, должно быть не менее ниже приведенных значений.

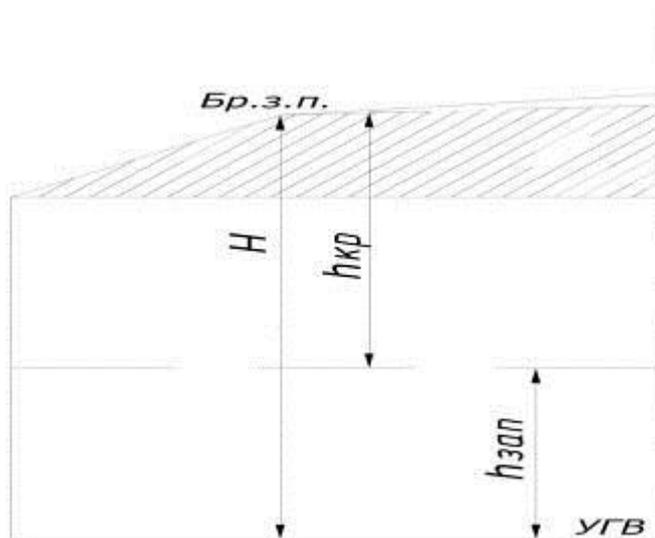
категории дороги

	I	II	V		
возвышения бровки	,8	,6	,6	,5	,5

Кроме того, земляному полотну придают пологие откосы в пределах 1:4 до 1:6, а мелкие выемки глубиной до 1 метра делают раскрытыми.

б) Необходимое возвышение бровки земляного полотна в местах избыточного постоянного увлажнения, которое может обуславливаться высоким уровнем грунтовых вод или длительным стоянием поверхностных вод рассчитывается по методу Н.А.Пузакова.

Расчетная схема



Бр.З.П.– отметка бровки земляного полотна

УГВ– уровень грунтовых вод

H – требуемое возвышение земляного полотна над источником увлажнения

$$H = h_{кр} + h_{зап}, \quad \text{м,}$$

$h_{кр}$ – критическая глубина для капитальных одежд принимается равной глубине промерзания грунта, для облегченных одежд – глубине практического затухания напряжений от подвижных нагрузок, или можно брать $h_{кр} = 2D$, где D - диаметр равновеликого круга равного по площади следу колеса;

$h_{зап}$ - запас высоты, определяемый по таблице №6 в зависимости от климатического параметра " α ", который рассчитывается по формуле

$$\alpha = \frac{H_{np}^2}{2T} \quad \text{см}^2/\text{сутки},$$

где H_{np} - максимальная глубина промерзания для данной местности по данным наблюдений;

T - количество суток в году с отрицательной температурой.

Пример.

Запроектировать поперечное сечение земляного полотна для дороги II технической категории, проектируемой в условиях Каракалпакской Автономной Республики, если максимальная глубина промерзания $H_{np} = 120$ см, количество суток в году с отрицательными температурами $T=100$ суток, отметка земли по оси дороги 103,16 м, отметка горизонта грунтовых вод ГГВ-102,56 м, грунт суглинистый.

Последовательность расчета

1. Определяем значение климатического параметра « α »

$$\alpha = \frac{H_{np}^2}{2T} = \frac{120 \cdot 120}{2 \times 100} = 72 \text{ см}^2/\text{сут}$$

2. $h_{кр}$ берем равной глубине промерзания, $h_{кр} = 120$ см.

3. $h_{зап}$ берем по таблице № 6 в зависимости от расчетной величины " α " и типа грунта.

$$h_{зап} = 75 \text{ см}$$

Тогда $H = 120 + 75 = 195$ см - возвышение бровки земляного полотна над источником увлажнения (уровнем грунтовых вод).

4. Определяем отметку бровки земляного полотна

$$\text{Бр.3.П} = 102,56 + 1,95 = 104,51 \text{ м}$$

5. Определяем высоту насыпи

$$H_{\text{нас}} = 104,51 - 103,16 = 1,35 \text{ м}$$

Полученную высоту насыпи расчетом сравниваем с таблицей №8, где наименьшее возвышение поверхности покрытия над расчетным уровнем грунтовых вод равен 1,3 м.

В случае невозможности, в конкретных условиях, обеспечения необходимого возвышения низа дорожной одежды от уровня земли или уровня длительного стояния поверхностных и грунтовых вод, полученного расчетом или требованием таблицы №8, необходимо проектировать понижение уровня грунтовых вод, замену неблагоприятных грунтов (тяжелые суглинки, глины) ,благополучными (супесь, песок, гравелистый материал), или предусматривать устройство в теле полотна капилляро-прерывающих слоев из хорошо дренирующих материалов.

Пример:

Автомобильная порога III технической категории, проектируется в условиях Сырдарьинской области, в районе орошаемого земледелия. Грунты супесь. Максимальная глубина промерзания - 80 см. Количество суток в году с отрицательной температурой – 60 суток.

Определить отметку бровки земляного полотна дороги, если поперечное сечение дороги имеет следующие расчетные данные:

Отметка поверхности земли 107,20 м. Отметка уровня воды при промывании полей 107,40 м.

Последовательность расчета.

1. Определим климатический параметр « α » см²/сутки

$$\alpha = \frac{H_{\text{пр}}^2}{2T} = \frac{80^2}{2 \cdot 60} = 53 \text{ см}^2/\text{сутки}$$

2. По таблице №8 определим $h_{\text{зап}}$ в зависимости от рода грунта и величины климатического параметра « α ».

$$h_{\text{зап}} = 85 \text{ см}$$

3. Определим H - необходимое возвышение бровки земляного полотна над источником увлажнения:

$$H = 80 + 85 = 165 \text{ см}$$

В данном случае $h_{\text{кр}}$ берем равное $H_{\text{пр}}$ глубине промерзания грунта.

4. Тогда отметка бровки земляного полотна будет

$$O_{\text{тм.бр.земпол.}} = O_{\text{тм.ур.поверх.воды}} + H = 107,40 + 1,65 = 109,05 \text{ м}$$

5. Определим высоту насыпи $H_{\text{нас.}}$.

$$H_{\text{нас.}} = O_{\text{тм.бровки зем.пол.}} - O_{\text{тм.земли}} = 109,04 - 107,20 = 1,85 \text{ м}$$

Полученные расчетом данные необходимо сравнить с данными, приведёнными в таблице №8 и взять те, которые дают более высокую насыпь.

$H = 1,65 \text{ м}$ получено расчетом

$H = 1,40 \text{ м}$ по таблице

Следовательно, берем $H=1,65 \text{ м}$. Такое возвышение бровки земляного полотна над уровнем длительно стоящих промывных вод обеспечивает нормальную работу основания дорожной одежды.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица № I

Допускаемых неразмывающих, средних в сечении, скоростей
течений воды

Грунт или тип укрепления	Глубина потока, м			
	0,4	1,0	2,0	3,0
	Допускаемые скорости, м/с			
Песок	0,4	0,5	0,6	0,7
Гравий	0,8	0,9	1,1	1,2
Булыжник (каменная наброска)	2,8	3,0	3,5	3,8
Лессовидные грунты (плотины)	0,8	1,0	1,2	1,3
Супеси	0,3-0,4	0,4-0,5	0,45-0,55	0,5-0,6
Суглинки	0,7	0,85	0,95	1,1
Глины плотные	1,0	1,2	1,4	1,5
Глины очень плотные	1,4	1,7	1,9	2,1
Одерновка плашмя	0,9	1,1	1,3	1,4
Одерновка в стенку	1,5	1,8	2,0	2,2
Одиночное мощение из булыжника	2,5-3,0	3,0-3,5	3,5-4,0	4,0-4,5
Двойное мощение из известняка	3,5	4,5	5,0	5,5
Бутовка кладка из известняка	3,0	3,5	4,0	4,5
Бетон как одежда марка 150	6,0	7,0	8,0	9,0
Бутовая кладка из камня крепких пород	6,5	8,0	10,0	12,0

Таблица № 2

Для распространенных трапециидальных форм сечений канав расчетом установлено соотношение, соответствующее гидравлически наивыгоднейшей форме при различных значениях коэффициента

заложения откосов

m	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0
$\beta = \frac{b}{h}$	2,0	1,24	0,83	0,61	0,47	0,325

Таблица № 3

Значений коэффициента шероховатости русла

Укрепление русла	Значение
Засев травой или одерновка	0,025
Мощение камнем	0,020
Бетонные плиты	0,017
Неукрепленные канавы	0,030

Таблица № 4

Значений коэффициента Шези С

Гидравлический радиус	Коэффициент Шези С при шероховатости					
	0,015	0,015	0,020	0,025	0,030	0,040
0,1	80,7	49,3	34,5	26,0	20,5	14,1
0,2	86,3	54,3	38,7	29,7	23,8	16,8
0,3	89,7	57,3	41,4	32,1	26,0	18,6
0,4	92,1	59,5	43,4	33,9	27,6	20,094,0
0,5	94,0	61,2	44,9	35,3	28,9	21,1
0,6	95,0	62,6	46,2	36,5	30,0	22,7
0,7	96,9	63,8	47,4	37,6	31,0	22,9
0,8	98,0	64,9	48,3	38,4	31,8	23,7
0,9	99,1	65,8	49,2	39,3	32,6	24,4
1,0	100,0	66,7	50,0	40,0	33,3	25,0
1,2	101,6	68,2	51,4	41,3	34,5	26,1
1,4	103,0	69,4	52,6	42,4	35,6	27,1
1,6	104,0	70,5	53,6	43,4	36,5	28,7
1,8	105,2	71,5	54,5	44,3	37,4	29,4
2,0	106,1	72,4	55,4	45,1	38,1	31,0
2,5	108,1	74,3	57,1	46,8	39,8	32,2
3,0	109,7	75,8	58,6	48,2	41,1	33,3
3,5	111,1	77,1	59,9	49,4	42,3	34,3

4,0	112,3	78,3	61,0	50,5	43,3	35,2
4,5	113,4	79,3	61,9	51,4	44,2	36,0
5,0	114,3	80,2	62,8	52,2	45,1	36,7
5,5	115,2	81,0	63,6	53,0	45,8	37,4
6,0	116,0	81,8	64,4	53,7	46,5	38,0
6,5	116,7	82,5	65,0	54,4	47,2	38,6
7,0	117,4	83,1	65,6	55,0	47,8	39,1
7,5	118,0	83,7	66,2	55,6	48,3	39,6
8,0	118,6	84,3	66,8	56,1	48,8	40,1
8,5	119,2	84,8	67,3	56,6	49,4	

Таблица № 5

Скоростная характеристика

Значение скоростной характеристики при коэффициенте шероховатости

	0,012	0,014	0,017	0,020	0,025	0,030	0,033	0,040	0,050
0,10	19,1	15,5	12,0	9,75	7,10	5,54	5,40	4,45	3,36
0,12	21,4	17,6	13,6	11,1	8,14	6,56	6,40	5,10	3,86
0,14	23,6	19,5	13,1	12,4	9,15	7,19	7,15	5,74	4,36
0,16	25,6	21,3	16,6	13,6	10,1	7,98	7,90	6,32	4,86
0,18	27,8	23,0	17,9	14,8	11,0	8,76	8,60	6,90	6,80
0,20	29,8	24,8	21,6	16,0	12,0	9,54	9,27	7,50	5,75
0,22	31,8	26,4	21,8	17,1	12,9	10,2	9,95	8,04	6,19
0,24	33,4	27,8	22,0	18,1	13,7	10,9	10,6	8,57	6,62
0,26	35,2	29,4	23,2	19,2	14,5	11,7	11,2	9,12	7,04
0,28	37,0	30,8	24,0	20,3	15,4	12,3	11,9	9,60	7,47
0,30	38,0	32,3	25,2	21,4	16,2	13,1	12,5	10,4	7,88
0,32	40,2	33,6	26,8	22,2	17,0	13,7	13,1	10,7	8,27
0,34	41,8	35,1	27,9	23,2	17,8	14,4	13,7	11,2	8,67
0,36	43,4	36,1	29,0	24,2	18,6	15,0	14,1	11,7	9,05
0,38	44,8	37,6	30,1	25,2	19,3	15,7	14,8	12,1	9,46
0,40	46,4	39,2	31,2	26,2	20,2	16,3	15,4	12,6	9,85
0,45	49,9	42,1	33,8	28,4	21,9	17,9	16,9	13,8	10,8
0,50	53,5	44,6	36,4	30,6	23,8	19,4	18,1	14,9	11,7

0,55	56,8	48,0	39,0	32,6	25,6	20,8	19,4	16,0	12,6
0,60	60,2	51,0	41,4	34,8	27,3	22,4	20,6	17,0	13,5
0,65	63,1	57,3	43,6	36,8	29,0	23,8	22,0	18,1	14,3
0,70	66,1	56,4	45,8	38,7	30,6	25,1	23,2	19,2	15,2
0,75	69,3	59,0	48,1	40,6	32,2	26,6	24,3	20,2	16,0
0,80	72,4	61,6	50,4	42,7	33,9	28,8	25,4	21,2	16,8
0,85	75,1	64,3	52,6	44,5	35,4	29,4	26,7	22,2	17,7
0,90	78,1	66,7	54,8	46,5	37,0	30,8	27,8	23,1	18,4
0,95	80,5	69,0	56,8	48,1	38,5	32,1	28,9	24,1	19,2
1,0	83,8	71,4	58,8	50,0	40,0	33,3	30,0	25,0	20,0

Таблица № 6

Запас высоты в зависимости от климатического параметра « α » и грунта

Грунты	$h_{кр}$ см	Значение $h_{зап}$, см для разных α				
		25	50	100	200	400
Песчаный	80-90	2,5-30	1,5-15	1-8	0,5-4	0,5-2
Супесчаный	80-90	30-150	15-90	8-45	4-25	2-12
Пылеватый грунт и пылеватый суглинок	90-120	40-200	15-110	8-60	4-30	2-15
Суглинистый	100-140	120-200	60-100	30-50	15-25	7-12
Глинистый	120-160	140-200	70-125	35-100	17-50	9-25

Природные условия района строительства характеризуются комплексом погодно-климатических факторов с учетом деления территории Республики Узбекистан на дорожно-климатические зоны в соответствии

Дорожно-климатические зоны	Примерные географические районы расположения в дорожно-климатической зоне и их краткие характеристики
I	Охватывает Устьюртский, Северо-Кызылкумский, Букантау- Джетымтауский, Султануиздагский, Южно-Кызылкумский, Кульджуктау-Гамдытауский, Джингильдынский, Газлийский районы. Включает пустынную и пустынно-степную географические зоны с засушливым климатом и распространением большого разнообразия форм барханных песков с различной степенью подвижности.
II	Охватывает Кунградский, Тахта-Купырский, Бельтолуский, Прираральский, Турткульский, Хорезмский, Каракульский, Бухарский, Каганский районы, далее по право- и левобережью реки Зеравшан от границы Навои до Алат. Включает географическую зону распространения сильно – и избыточно засоленных грунтов.
III	Охватывает Чирчикский, Ангренский, Голодностепский, Зааминский, Фаришский, Чаткальский, Карадарьинский, Восточно-Алайский, Западно-Алайский, Туркестанский, Нуратинский, Санзарский, Хатирчинский, Самаркандский, Нижне-Кашкадарьинский, Гузарский, Китабский, Шахрисабзский, Сурхандарьинский районы. Включает географическую равнинную, предгорную и горную зоны с недостаточным увлажнением грунтов.
IV	Остальные районы включают географические зоны с определенной степенью увлажнения грунтов в результате промыва и полива полей с засушливым климатом.

Примечания: 1. В горных районах дорожно-климатические зоны следует определять с учетом высотного расположения объектов проектирования, принимая во внимание природные условия на данной высоте.

2. В районах песчаных пустынь дорожно-климатические зоны следует определять по степени подвижности барханных песков, а также по форме рельефа.

Для обеспечения устойчивости и прочности верхней части земляного полотна и дорожной одежды возвышение поверхности покрытия над расчетным уровнем грунтовых вод, верховодки или длительно (более 30 суток) стоящих поверхностных вод, а также над поверхностью земли на участках с не обеспеченным поверхностным стоком или над уровнем кратковременно (менее 30 суток) стоящих поверхностных вод должно соответствовать требованиям

Грунт рабочего слоя	Наименьшее возвышение поверхности покрытия, м в пределах дорожно-климатических зон			
	I	II	III	IV
Песок, мелкий, супесь легкая крупная, супесь легкая	0,5/0,3	0,6/0,4	0,4/0,2	0,9/0,7
Песок пылеватый, супесь пылеватая	0,8/0,5	1,0/0,6	0,7/0,4	1,2/0,9
Суглинок легкий, суглинок тяжелый, глины	1,1/0,8	1,3/1,0	1,0/0,7	1,5/1,2
Супесь тяжелая пылеватая, суглинок легкий пылеватый, суглинок тяжелый пылеватый	1,2/0,8	1,4/1,0	1,1/0,7	1,6/1,2

Примечания: 1. Над чертой - возвышение поверхности покрытия над уровнем грунтовых вод, верховодки или длительно (более 30 суток) стоящих поверхностных вод, под чертой - то же, над поверхностью земли на участках с необеспеченным поверхностным стоком или над уровнем кратковременно (менее 30 суток) стоящих поверхностных вод.

2. За расчетный уровень грунтовых вод надлежит принимать максимально возможный весенний (после промывки полей) уровень за период между восстановлениями прочности дорожных одежд (капитальными ремонтами). Положение расчетного уровня грунтовых вод следует устанавливать по данным разовых краткосрочных замеров на период изысканий и прогнозов дорожно-проектных и научно-исследовательских институтов областей. При отсутствии указанных данных, а также при наличии верховодки за расчетный допускается принимать уровень, определяемый по верхней линии оглеения грунтов.

Значение коэффициентов фильтрации для грунтов

Грунты	Коэффициент фильтрации К, м/сек	$tg \alpha, \%_0$	Грунты	Коэффициент фильтрации К, м/сек	$tg \alpha, \%_0$
Крупные гравелистые пески	10^{-2}	1,5-3	Суглинки	$10^{-5} - 10^{-7}$	25-50
Мелкие пески	$10^{-2} - 10^{-3}$	3-10	Глины	10^{-7}	50-80
Пески	$10^{-4} - 10^{-5}$	10-25	Тяжелые глины	10^{-7}	80-100
			Торфы	$10^{-3} - 10^{-7}$	10-70

Гидродинамические градиенты		
Грунты	Гидравлический градиент	Угол депрессии
Крупнопесчаные	0,003—0,006	0,0015—0,003
Пески	0,006—0,020	0,003—0,010
Супеси	0,020—0,050	0,010—0,026
Суглинки	0,050—0,100	0,026—0,053
Глинистые грунты	0,100—0,150	0,053—0,081
Тяжелые глины	0,150—0,200	0,081—0,111
Торфы (в зависимости от вида торфа и степени его разложения)	0,020—0,120	0,010—0,064

Список литературы

1. Федотов Г.А., Поспелов П.И. Изыскания и проектирование автомобильных дорог. -М. Транспорт,2009.650с
2. Лавриненко Л.Л. Изыскания и проектирование автомобильных дорог М. Транспорт, 1991.296сс
3. Большаков В.А. Справочник по гидравлике – Киев.: Высшая школа, 1984.344с
4. ШНК 2.05.02-07 Автомобильные дороги.- Ташкент, 2007. 69с.
5. Перевозников Б.Ф. Дорожный водоотвод.- М. Транспорт, 1989.86сс

Оглавление

Введение.....	3
Глава 1. Гидравлический расчет дорожных канав.....	3
Глава 2. Гидравлический расчет нагорных канав.....	13
Глава 3. Дорожный дренаж.....	16
Глава 4. Расчет возвышения бровки земляного полотна.....	21
Приложение.....	25
Список литературы.....	31